FUTURO

Autos eléctricos

Todo sobre el olfato



Desde el Big-Bang para aquí, corrió demasiada agua bajo el puente. Durante un número desconocido de eras el cosmos careció de forma y no había galaxias, ni planetas, ni vida. Sin embargo, con quince millones de años de evolución cósmica, un puñado de átomos de hidrógeno en el vacío pudo dar forma al Hombre que hoy se pregunta sobre su origen. Desde la ceniza estelar emergió la conciencia. Y la vida nació casi inmediatamente después del origen de la Tierra, lo que sugiere que quizá sea, en realidad, un proceso químico inevitable en un planeta semejante a éste y no que el hombre sea el hijo de una lotería que sacó por una simple casualidad cósmica. Imbrincada con las teorías darwiniana y neodarwiniana, en las que el Hombre es tan sólo el resultado del juego de azar de la baraja genética, aparece una nueva concepción del tiempo dentro de la física: esta flecha del tiempo marca inexorablemente el sentido en el que ocurren los procesos naturales. Bajo esta lupa, las nuevas teorías dentro de la física contemporánea rastrean explicaciones interesantes sobre el origen de la vida para intentar retomar así su antiguo liderazgo de arquetipo de las ciencias naturales, devenida a menos por su empecinamiento obstinado durante siglos en los que concibió el tiempo como una simple coordenada más a contramano de la evolución.

LA FLECHA DEL TIEMPO

De la física a la biolo

CAMBIO D PARADIGM

Por Sergio A. Lozano

La física se pavoneó con orgullo durante siglos como el paradigma de todas las disciplinas científicas que intentaban explicar los fenómenos naturales. Desde los tiempos de Galileo y Newton sentó su fama en la convicción de que ella poseía los patrones acerca de cómo hacer ciencia, cómo se ha de investigar, elaborar teorías, ponerlas a prueba, aceptarlas, rechazarlas. Sin embargo, esta tradición de siglos comenzó a cuestionarse unos años atrás: verdaderos terremotos teóricos en el terreno de la física le hicieron perder posiciones. "Otra ciencia, la biología, va adquiriendo, lenta y casi imperceptiblemente, el liderazgo y el carácter de modelo de las otras disciplinas que configuran lo que hoy conocemos como ciencias naturales. ¿A qué se debe este cambio trascendental? ¿Qué ha ocurrido dentro del ámbito de la investigación física y en el de la investigación biológica, capaz de haber generado o de estar generando ese traspaso de liderazgo? ¿Es consecuencia de alguna revolución científica contemporánea, como las revoluciones producidas por la teoría de la relatividad y la teoría cuántica?" Estas y otras preguntas se hace —y contesta— Eduardo Flichman, investigador de la Sociedad Argentina de Análisis Filosófico en un trabajo que publicará *Ciencia hoy* en su próximo número.

Como en el terreno político, los liderazgos científicos se hacen y deshacen a fuerza de revoluciones. El movimiento astronómico-físico de Copérnico y otros secuaces de la talla de Kepler, Galileo y Newton tiró a este planeta del centro del universo. Y fue más lejos aún: dejó al universo sin centro porque le concedió infinitud. Ni siquiera este sistema solar quedó como rey de la historia: "Pasamos a ser una mota de polvo en el universo infinito. Nuestra vanidad fue mancillada", afirma Flichman. "La revolución más reciente, la producida por las teorías biológicas darwiniana y neodarwiniana también nos descentró. Nuevamente fue mancillada nuestra vanidad. No éramos más que un producto azaroso de la evolución de las especies, evolución que no se dirige a la perfección como creía Lamarck, sino que es el producto de mutaciones al azar de los genes y de la interacción de los organismos con el medio. Ya no éramos la especie creada y elegida por Dios para reinar sobre las demás".

Estas revoluciones científicas no sólo pusieron al hombre lejos del rol de primer actor que le hubiera gustado reservarse a la hora de escribir su propia historia sino también modifican la relación entre las distintas disciplinas científicas. Y quizás resulte llamativo que la concepción del tiempo sea el eje desestabilizador en la ciencia de este siglo. En la física clásica que tiene en Newton a su principal ideólogo, el tiempo es una coordenada más, similar a las coordenadas espaciales. Un cuerpo cualquiera —una pelota por ejemplo— ocupa un lugar —definido por un conjunto de coordenadas— en el espacio o en la cancha. Pero no basta con fijar esas coordenadas para conocer la ubicación de la pelota porque desde el primer minuto de juego ésta se estará moviendo. Por eso la física que no es tonta estudia procesos y no objetos. Le interesa el movimiento de la pelota pero no la número 5 en sí misma. Porque a medida que avanzan las agujas en el reloj, el esférico irá —y volverá en el mejor de los casos— desde el área grande hasta la tribuna visitante: fijar sus coordenadas espaciales permitiría describir tan sólo un instante de los 90 minutos del partido. Los procesos —los partidos— necesitan del tiempo para ser descriptos. Cada situación en la que se fija posición e instante es un acontecimiento: desde que la pelota sale del punto del penal hasta que llega a la red, el número de acontecimientos es virtualmente infinito. Para la física clásica, la coordenada temporal tiene características muy similares a las coordenadas espaciales, lo que permite en un principio que las agujas del reloj circulen libremente en uno y otro sentido, hacia el pasado y hacia el futuro.

PASADO-PRESENTE-FUTURO

La física clásica pretendió desde siempre ser determinista: Laplace sostenía a comienzos del siglo pasado que si se pudiera conocer de manera completa y perfecta todas las circunstancias que hacen al momento presente —posición y velocidad de todas y cada una de las partículas que componen el universo— y si además se conocieran todas las leyes de la naturaleza, ello sería suficiente para deducir todo lo ya ocurrido y todo el porvenir, inclusive el hipotético partido de fútbol del ejemplo anterior. Laplace era, por supuesto, un hombre demasiado optimista. A su juicio el presente contenía dentro de sí todo el pasado y todo el futuro. Bajo tal concepción del universo no hay novedad posible porque toda evolución está incluida de hecho en este presente: es en otras palabras un universo estático, autómata, donde el tiempo siempre es, en algún sentido, presente. "Esta cuasi espacialidad del tiempo, agregada a este pretendido determinismo de la física clásica —que se mantienen inclusive en la teoría de la relatividad y en cierto modo en la física cuántica— da lugar a una concepción del mundo natural que suele conocerse como mecanicista o reversibilista", sostiene Flichman. Con estos lentes, la película de la vida podría pasarse en un sentido o en el otro —hacia el futuro como transcurre todos los días o hacia el pasado si se invierte el sentido de proyección del film— sin que se alteraran las leyes de la física que explican los fenómenos naturales. Durante años, muchos científicos devanaron sus cerebros intentando explicar que todo proceso físico es reversible y que la irreversibilidad de la vida diaria es en realidad un fenómeno aparente. Para ellos, el movimiento de bolas de billar que chocan entre sí y con los bordes de la mesa, podría ocurrir en un sentido o en otro si se desprecian los efectos de la fricción de las bolas con el paño. Pero ningún humano pudo hasta la fecha presenciar esta realidad invertida: cuando se proyecta la película al revés, la bola se mueve cada vez con más velocidad originada en la fuerza de fricción y como bien se sabe, ninguna fuerza de fricción aumenta la velocidad con que se mueve un cuerpo. Sin embargo, una pléyade de físicos se dedicó a encontrar explicaciones a nivel molecular de por qué su teoría no coincidía con la película de la vida: que se frenaran las bolas de billar implicaba que su energía de movimiento se había transmitido a las partículas microscópicas de las superficies de las bolas y de la mesa, que se habían, a su vez, calentado. Suponían que la película no transcurría al revés en la vida diaria no porque existiera una flecha del tiempo que señala la dirección en la que deben ocurrir los procesos naturales sino porque la probabilidad era tan pequeña que harían falta miles de millones de años para que se pudiera observar tal fenómeno. A juicio de los "reversibilistas" algún día las bolas de billar comenzarán a moverse espontáneamente y se enfriarán junto con la mesa. Para Flichman "todas estas explicaciones adolecían de serios defectos que eminentes científicos como H. Poincaré a fines del siglo pasado se encargaron de señalar, pero la tesis mecanicista o reversibilista era tan poderosa que se mantenía incólume. Esta teoría no admitía la novedad. El mundo era estático, no podía ser desplegado de manera diferente hacia el futuro y hacia el pasado. No admitía la evolución. No admitía la existencia de una flecha del tiempo".

Tal posición se dio de boca contra la realidad. Desde dentro de la misma física antes de promediar el siglo XIX, el segundo principio de la termodinámica sentó las bases de la flecha del tiempo: seguramente sin imaginar todo lo que sobrevendría a continuación, dejó por escrito que, salvo cuando un sistema está en equilibrio, una filmación hacia atrás nunca puede cumplir con las leyes naturales. "Desde fuera de la física apuntaba otra flecha del tiempo: la evolución de las especies", afirma Flichman. "La generación de la vida, el crecimiento y mantenimiento de los organismos vivos tiene una dirección concreta del tiempo. Desde una frontera de la física, desde la cosmología, apuntaba otra: la evolución del universo. La expansión del universo. El Big-Bang."

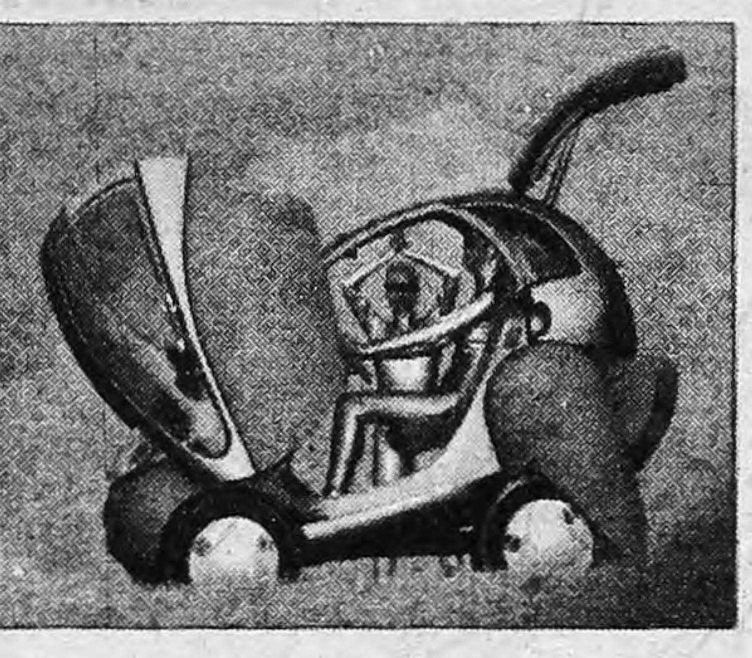
Sólo en las últimas décadas comienza a estructurarse otra visión de la física en la cual el tiempo desempeña un papel que se asemeja al de la biología evolutiva. Así, el tiempo se vincula con los procesos irreversibles e indeterministas. Según Flichman, "esta nueva teoría se encuentra en el principio de su desarrollo pero ha conseguido resolver muchos problemas de la termodinámica y de la química. Si tiene éxito, la presencia de la vida ya no quedará explicada como un probabilismo al azar sino por hechos que *debían* ocurrir con alta probabilidad, en circunstancias determinadas sobre la superficie de nuestro planeta".

La vida nació casi inmediatamente después del origen de la Tierra, lo que sugiere que quizás sea un proceso químico inevitable en un planeta semejante a éste y no que el hombre sea el resultado último de un juego de azar. Desde el origen de la vida en el fondo de los océanos hasta la aparición de científicos que hoy se preguntan por su origen, corrió mucha agua bajo el puente. Pero, ¿por qué en este sentido? Las células que dan vida y forma a una persona evolucionaron penosamente durante más de cuatro mil millones de años para permitir que unos cuantos señores hoy dediquen sus vidas a estudiarlas. ¿Era ésta la única realidad posible? Un físico y químico llamado Illya Prigogine comenzó unos cuantos años atrás a desentrañar las bases de la flecha del tiempo en la ciencia, esa que deja por sentado la noción de evolución unidireccional de los procesos biológicos, tal como se observan en la vida diaria. Partiendo desde la termodinámica, este buen señor le dio otra vuelta de tuerca a la metida de narices del azar en la evolución.

LA FLECHA DE PRIGOGINE

"Las nuevas ideas en física nacieron de la termodinámica, disciplina que se ocupa de procesos macroscópicos en los cuales intervienen variables físicas como la temperatura, la presión y el volumen de masas sólidas o fluidas", explica Flichman. En termodinámica, el concepto de reversibilidad —eso de proyectar la película de la vida al revés— se





Zoom: la bolita eléctrica

En un comienzo fueron reticentes pero finalmente cedieron. Los directivos de la Renault francesa aceptaron finalmente asociarse en el mayor de los secretos a la empresa aeroespacial Matra para producir el Zoom, un auto eléctrico que —aseguran— hará historia. Para hablar de él se puede empezar por sus curiosidades: nada de maniobras heroicas para estacionar: el Zoom podrá retraer sus ruedas (ver foto) y quedar de un largo tal que el conductor podrá parquearlo perpendicularmente entre otros dos autos sin que nadie lo multe por animal.

El Zoom será presentado la semana que viene en el Salón del Automóvil de París pero no se lo podrá comprar hasta 1997 debido a que Renault acaba de lanzar al mercado el Twingo, un nuevo modelo de auto urbano mini estilo japonés que quedaría definitivamente desahuciado si el Zoom saliera a las calles. Los directivos de la automotriz francesa además pidieron a los ingenieros de Matra que mantuvieran en el más estricto secreto la versión para cuatro personas del Zoom, no sea cosa que los amantes de los autos familiares también vayan pensando en dejar la nafta por la electricidad.

El Zoom fue concebido de un modo completamente diferente al de anteriores ensayos de autos eléctricos, que buscaron sin suerte reemplazar la propulsión a hidrocarburos por las baterías sin alterar radicalmente los modelos. "Los coches tradicionales necesitan un motor grande, pesado y un reservorio de energía, de nafta en este caso, pequeño. Por el contrario, estos modelos eléctricos contarán con un motor ridículamente pequeño y necesitarán baterías gigantes, muy pesadas", explica Philippe Guédon, titular de Matra Automobile y uno de los popes de la industria espacial francesa. El principal problema de estos modelos será la escasa autonomía de viaje (120 kilómetros a lo más) sin necesidad de recargar sus casi 700 kilos de baterías. De todos modos, el prototipo puede y va a funcionar y a mejorar porque todos los ingenieros descuentan que será fácil avanzar en dos sentidos: quitarle más peso al auto de otras partes del chasis y la carrocería y lograr baterías menores que almacenen mayor energía.

De la física a la biología

CAMBIO DE PARADIGMAS

Por Sergio A. Lozano

La física se pavoneó con orgullo durante siglos como el paradigma de todas las disciplinas científicas que intentaban explicar los fenómenos naturales. Desde los tiempos de Galileo y Newton sentó su fama en la convicción de que ella poseía los patrones acerca de cómo hacer ciencia, cómo se ha de investigar, elaborar teorías, ponerlas a prueba, aceptarlas, rechazarlas. Sin embargo, esta tradición de siglos comenzó a cuestionarse unos años atrás: verdaderos terremotos teóricos en el terreno de la física le hicieron perder posiciones. "Otra ciencia, la biología, va adquiriendo, lenta y casi imperceptiblemente, el liderazgo y el carácter de modelo de las otras disciplinas que configuran lo que hoy conocemos como ciencias naturales. ¿A qué se debe este cambio trascendental? ¿Qué ha ocurrido dentro del ámbito de la investigación física y en el de la investigación biológica, capaz de haber generado o de estar generando ese traspaso de liderazgo? ¿Es consecuencia de alguna revolución científica contemporánea, como las revoluciones producidas por la teoría de la relatividad y la teoría cuántica?" Estas y otras preguntas se hace —y contesta— Eduardo Flichman, investigador de la Sociedad Argentina de Análisis Filosófico en un trabajo que publicará *Ciencia hoy* en su próximo número.

Como en el terreno político, los liderazgos científicos se hacen y deshacen a fuerza de revoluciones. El movimiento astronómico-físico de Copérnico y otros secuaces de la talla de Kepler, Galileo y Newton tiró a este planeta del centro del universo. Y fue más lejos aún: dejó al universo sin centro porque le concedió infinitud. Ni siquiera este sistema solar quedó como rey de la historia: "Pasamos a ser una mota de polvo en el universo infinito. Nuestra vanidad fue mancillada", afirma Flichman. "La revolución más reciente, la producida por las teorías biológicas darwiniana y neodarwiniana también nos descentró. Nuevamente fue mancillada nuestra vanidad. No éramos más que un producto azaroso de la evolución de las especies, evolución que no se dirige a la perfección como creía Lamarck, sino que es el producto de mutaciones al azar de los genes y de la interacción de los organismos con el medio. Ya no éramos la especie creada y elegida por Dios para reinar sobre las demás".

Estas revoluciones científicas no sólo pusieron al hombre lejos del rol de primer actor que le hubiera gustado reservarse a la hora de escribir su propia historia sino también modifican la relación entre las distintas disciplinas científicas. Y quizás resulte llamativo que la concepción del tiempo sea el eje desestabilizador en la ciencia de este siglo. En la física clásica que tiene en Newton a su principal ideólogo, el tiempo es una coordenada más, similar a las coordenadas espaciales. Un cuerpo cualquiera —una pelota por ejemplo— ocupa un lugar —definido por un conjunto de coordenadas— en el espacio o en la cancha. Pero no basta con fijar esas coordenadas para conocer la ubicación de la pelota porque desde el primer minuto de juego ésta se estará moviendo. Por eso la física que no es tonta estudia procesos y no objetos. Le interesa el movimiento de la pelota pero no la número 5 en sí misma. Porque a medida que avanzan las agujas en el reloj, el esférico irá —y volverá en el mejor de los casos— desde el área grande hasta la tribuna visitante: fijar sus coordenadas espaciales permitiría describir tan sólo un instante de los 90 minutos del partido. Los procesos —los partidos— necesitan del tiempo para ser descriptos. Cada situación en la que se fija posición e instante es un acontecimiento: desde que la pelota sale del punto del penal hasta que llega a la red, el número de acontecimientos es virtualmente infinito. Para la física clásica, la coordenada temporal tiene características muy similares a las coordenadas espaciales, lo que permite en un principio que las agujas del reloj circulen libremente en uno y otro sentido, hacia el pasado y hacia el futuro.

PASADO-PRESENTE-FUTURO

La física clásica pretendió desde siempre ser determinista: Laplace sostenía a comienzos del siglo pasado que si se pudiera conocer de manera completa y perfecta todas las circunstancias que hacen al momento presente —posición y velocidad de todas y cada una de las partículas que componen el universo— y si además se conocieran todas las leyes de la naturaleza, ello sería suficiente para deducir todo lo ya ocurrido y todo el porvenir, inclusive el hipotético partido de fútbol del ejemplo anterior. Laplace era, por supuesto, un hombre demasiado optimista. A su juicio el presente contenía dentro de sí todo el pasado y todo el futuro. Bajo tal concepción del universo no hay novedad posible porque toda evolución está incluida de hecho en este presente: es en otras palabras un universo estático, autómata, donde el tiempo siempre es, en algún sentido, presente. "Esta cuasi espacialidad del tiempo, agregada a este pretendido determinismo de la física clásica —que se mantienen inclusive en la teoría de la relatividad y en cierto modo en la física cuántica— da lugar a una concepción del mundo natural que suele conocerse como mecanicista o reversibilista", sostiene Flichman. Con estos lentes, la película de la vida podría pasarse en un sentido o en el otro —hacia el futuro como transcurre todos los días o hacia el pasado si se invierte el sentido de proyección del film— sin que se alteraran las leyes de la física que explican los fenómenos naturales. Durante años, muchos científicos devanaron sus cerebros intentando explicar que todo proceso físico es reversible y que la irreversibilidad de la vida diaria es en realidad un fenómeno aparente. Para ellos, el movimiento de bolas de billar que chocan entre sí y con los bordes de la mesa, podría ocurrir en un sentido o en otro si se desprecian los efectos de la fricción de las bolas con el paño. Pero ningún humano pudo hasta la fecha presenciar esta realidad invertida: cuando se proyecta la película al revés, la bola se mueve cada vez con más velocidad originada en la fuerza de fricción y como bien se sabe, ninguna fuerza de fricción aumenta la velocidad con que se mueve un cuerpo. Sin embargo, una pléyade de físicos se dedicó a encontrar explicaciones a nivel molecular de por qué su teoría no coincidía con la película de la vida: que se frenaran las bolas de billar implicaba que su energía de movimiento se había transmitido a las partículas microscópicas de las superficies de las bolas y de la mesa, que se habían, a su vez, calentado. Suponían que la película no transcurría al revés en la vida diaria no porque existiera una flecha del tiempo que señala la dirección en la que deben ocurrir los procesos naturales sino porque la probabilidad era tan pequeña que harían falta miles de millones de años para que se pudiera observar tal fenómeno. A juicio de los "reversibilistas" algún día las bolas de billar comenzarán a moverse espontáneamente y se enfriarán junto con la mesa. Para Flichman "todas estas explicaciones adolecían de serios defectos que eminentes científicos como H. Poincaré a fines del siglo pasado se encargaron de señalar, pero la tesis mecanicista o reversibilista era tan poderosa que se mantenía incólume. Esta teoría no admitía la novedad. El mundo era estático, no podía ser desplegado de manera diferente hacia el futuro y hacia el pasado. No admitía la evolución. No admitía la existencia de una flecha del tiempo".

Tal posición se dio de boca contra la realidad. Desde dentro de la misma física antes de promediar el siglo XIX, el segundo principio de la termodinámica sentó las bases de la flecha del tiempo: seguramente sin imaginar todo lo que sobrevendría a continuación, dejó por escrito que, salvo cuando un sistema está en equilibrio, una filmación hacia atrás nunca puede cumplir con las leyes naturales. "Desde fuera de la física apuntaba otra flecha del tiempo: la evolución de las especies", afirma Flichman. "La generación de la vida, el crecimiento y mantenimiento de los organismos vivos tiene una dirección concreta del tiempo. Desde una frontera de la física, desde la cosmología, apuntaba otra: la evolución del universo. La expansión del universo. El Big-Bang."

Sólo en las últimas décadas comienza a estructurarse otra visión de la física en la cual el tiempo desempeña un papel que se asemeja al de la biología evolutiva. Así, el tiempo se vincula con los procesos irreversibles e indeterministas. Según Flichman, "esta nueva teoría se encuentra en el principio de su desarrollo pero ha conseguido resolver muchos problemas de la termodinámica y de la química. Si tiene éxito, la presencia de la vida ya no quedará explicada como un probabilismo al azar sino por hechos que *debían* ocurrir con alta probabilidad, en circunstancias determinadas sobre la superficie de nuestro planeta".

La vida nació casi inmediatamente después del origen de la Tierra, lo que sugiere que quizás sea un proceso químico inevitable en un planeta semejante a éste y no que el hombre sea el resultado último de un juego de azar. Desde el origen de la vida en el fondo de los océanos hasta la aparición de científicos que hoy se preguntan por su origen, corrió mucha agua bajo el puente. Pero, ¿por qué en este sentido? Las células que dan vida y forma a una persona evolucionaron penosamente durante más de cuatro mil millones de años para permitir que unos cuantos señores hoy dediquen sus vidas a estudiarlas. ¿Era ésta la única realidad posible? Un físico y químico llamado Illya Prigogine comenzó unos cuantos años atrás a desentrañar las bases de la flecha del tiempo en la ciencia, esa que deja por sentado la noción de evolución unidireccional de los procesos biológicos, tal como se observan en la vida diaria. Partiendo desde la termodinámica, este buen señor le dio otra vuelta de tuerca a la metida de narices del azar en la evolución.

LA FLECHA DE PRIGOGINE

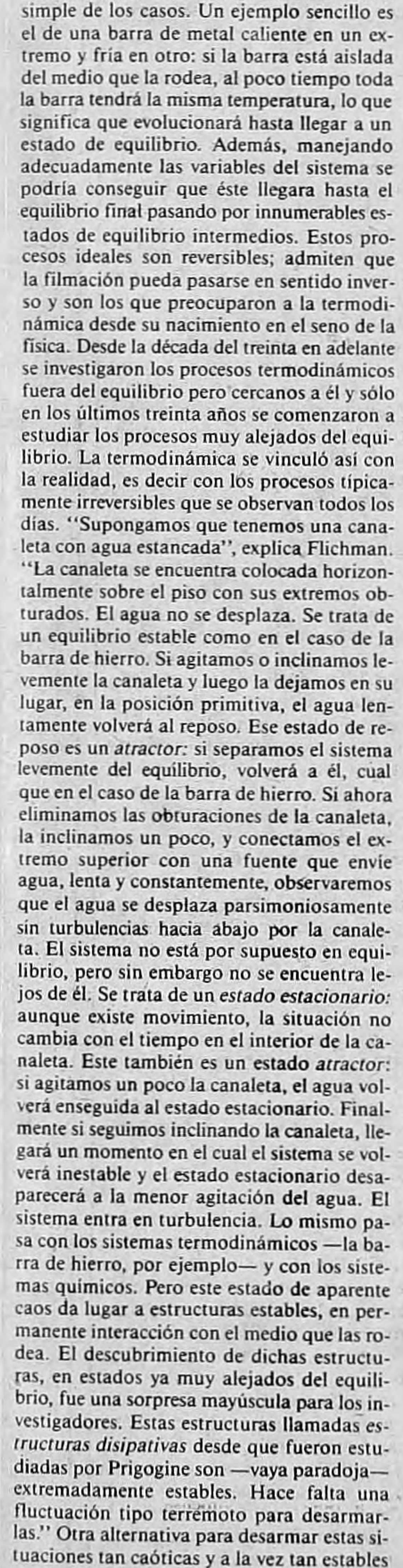
"Las nuevas ideas en física nacieron de la termodinámica, disciplina que se ocupa de procesos macroscópicos en los cuales intervienen variables físicas como la temperatura, la presión y el volumen de masas sólidas o fluidas", explica Flichman. En termodinámica, el concepto de reversibilidad —eso de proyectar la película de la vida al revés— se liga íntimamente con el de equilibrio. Un cuerpo sólido o un fluido está en equilibrio cuando mantiene constantes en el tiempo su presión, temperatura y volumen en el más simple de los casos. Un ejemplo sencillo es el de una barra de metal caliente en un extremo y fría en otro: si la barra está aislada del medio que la rodea, al poco tiempo toda la barra tendrá la misma temperatura, lo que significa que evolucionará hasta llegar a un estado de equilibrio. Además, manejando adecuadamente las variables del sistema se podría conseguir que éste llegara hasta el equilibrio final pasando por innumerables estados de equilibrio intermedios. Estos procesos ideales son reversibles; admiten que la filmación pueda pasarse en sentido inverso y son los que preocuparon a la termodinámica desde su nacimiento en el seno de la física. Desde la década del treinta en adelante se investigaron los procesos termodinámicos fuera del equilibrio pero cercanos a él y sólo en los últimos treinta años se comenzaron a estudiar los procesos muy alejados del equilibrio. La termodinámica se vinculó así con la realidad, es decir con los procesos típicamente irreversibles que se observan todos los días. "Supongamos que tenemos una canaleta con agua estancada", explica Flichman. "La canaleta se encuentra colocada horizontalmente sobre el piso con sus extremos obturados. El agua no se desplaza. Se trata de un equilibrio estable como en el caso de la barra de hierro. Si agitamos o inclinamos levemente la canaleta y luego la dejamos en su lugar, en la posición primitiva, el agua lentamente volverá al reposo. Ese estado de reposo es un *atractor:* si separamos el sistema levemente del equilibrio, volverá a él, cual que en el caso de la barra de hierro. Si ahora eliminamos las obturaciones de la canaleta, la inclinamos un poco, y conectamos el extremo superior con una fuente que envíe agua, lenta y constantemente, observaremos que el agua se desplaza parsimoniosamente sin turbulencias hacia abajo por la canaleta. El sistema no está por supuesto en equilibrio, pero sin embargo no se encuentra lejos de él. Se trata de un *estado estacionario:* aunque existe movimiento, la situación no cambia con el tiempo en el interior de la canaleta. Este también es un estado *atractor*: si agitamos un poco la canaleta, el agua volverá enseguida al estado estacionario. Finalmente si seguimos inclinando la canaleta, llegará un momento en el cual el sistema se volverá inestable y el estado estacionario desaparecerá a la menor agitación del agua. El sistema entra en turbulencia. Lo mismo pasa con los sistemas termodinámicos —la barra de hierro, por ejemplo— y con los sistemas químicos. Pero este estado de aparente caos da lugar a estructuras estables, en permanente interacción con el medio que las rodea. El descubrimiento de dichas estructuras, en estados ya muy alejados del equilibrio, fue una sorpresa mayúscula para los investigadores. Estas estructuras llamadas *estructuras disipativas* desde que fueron estudiadas por Prigogine son —vaya paradoja— extremadamente estables. Hace falta una fluctuación tipo terremoto para desarmarlas." Otra alternativa para desarmar estas situaciones tan caóticas y a la vez tan estables es cortar la comunicación con el medio externo.

La teoría que explica la formación de las estructuras disipativas admite zonas en las que se cumple un cierto determinismo mínimo —leyes en general probabilísticas— y otras zonas netamente indeterminísticas. Estas últimas aparecen en los momentos de inestabilidad previos a la formación de las estructuras disipativas. En esos momentos, cualquier fluctuación, por pequeña que sea, da lugar a una modificación drástica: la correspondiente estructura disipativa. Pero según cuál sea la fluctuación, se tratará de estructuras disipativas diferentes. El momento previo a la aparición de la fluctuación no permite predecir qué fluctuación se va a producir. Esta situación es típicamente indeterminista. Por lo tanto, si bien se puede predecir la formación de estructuras disipativas de determinado tipo, no se pueden predecir exactamente sus características individualizadoras. En ese sentido, el mundo resulta *no autómata*. El futuro no está contenido en el presente y bajo esta lupa de la física siempre habrá novedad que no podrá predecirse de manera completa. Y la tarea continúa: el mayor desafío de Prigogine y seguidores será intentar un replanteo de la mecánica clásica, de la teoría de la relatividad y de la mecánica cuántica —de la física toda— que incorporen el concepto de irreversibilidad en sus formulaciones.

Todos estos resultados y experiencias que hablan de equilibrios, desequilibrios, de la reversibilidad o no de los procesos naturales en los que sólo parecen importar las bolas de billar, las barras de metal y las canaletas con agua estancada tienen en realidad un sentido mucho más profundo porque permitirían imaginar el origen de la vida de una manera más creíble que hasta hoy. Se está investigando, y a juicio de Flichman los resultados son alentadores, la posibilidad de que las estructuras de las células de los organismos vivientes —esas que dan vida a todos los que leyeron este artículo y también a aquellos que se atrevieron a pasarlo por alto— sean *estructuras disipativas*, es decir entes muy estables en interacción con el medio que los rodea y muy alejados a su vez del equilibrio termodinámico. De ser así, la generación de los seres vivos sobre la superficie de este planeta se explicaría como un fenómeno mucho menos azaroso de lo que se ha creído hasta ahora en el que el hombre dejaría de ser hijo de una lotería que obtuvo por obra y gracia de una casualidad cósmica.







Las aflatoxinas pendientes

UN THRILLER HUMEDO

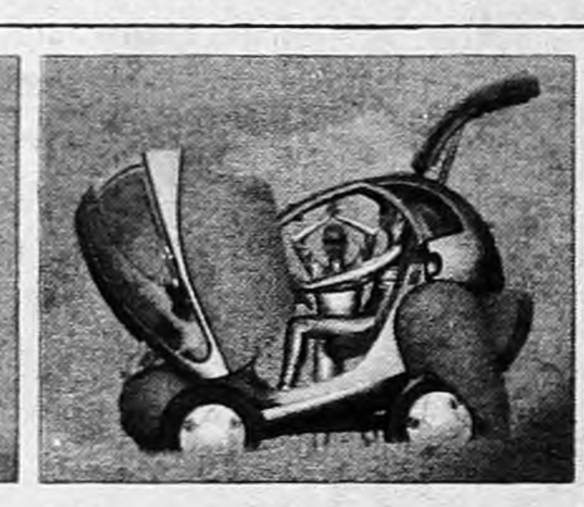
Por S.A.L.

Corría 1960 cuando una oleada de singulares crímenes sacudió al Reino Unido. Bajo el efecto de un ignoto veneno, los pavos de los productores rurales ingleses abandonaban este mundo en involuntaria comunidad. Después de minuciosas investigaciones, el responsable de esta masacre avícola apareció escondido en el alimento balanceado que les servía de comida: una toxina producida por un hongo contaminaba la comida preparada a partir de diversos cereales importados de países tropicales. Podría definirse entonces como un thriller húmedo: la estadía de los cereales en los silos generaba el medio adecuado para que el hongo *Aspergillus flavus* produjera a la letal aflatoxina a destajo. Treinta años después, el grado de aversión a estos contaminantes llegó a tal punto que países como Suecia y Dinamarca —y en breve toda la Comunidad Económica Europea— exigen nivel cero de aflatoxinas para las importaciones de cereales de cualquier parte del planeta. Porque más allá de la matanza de pavos ingleses, el consumo reiterado de cereales contaminados con aflatoxina puede en el hombre alterar el material genético de las células hepáticas e inducir la formación de tumores de hígado. "A pesar de la importancia de la actividad agrícola en la Argentina y la virtual posibilidad futura del cierre de todos los actuales mercados del Primer Mundo para nuestras exportaciones, la discusión sobre el contenido de aflatoxinas en cereales todavía es en nuestro país una asignatura pendiente", explica Claudio Colombano, profesor adjunto del Departamento de Química Inorgánica, Analítica y Físico-Química de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires.

Sin embargo, en el tercer piso de Exactas, las aflatoxinas dan el presente todos los días. Gracias a los fondos girados por la Sociedad para la Cooperación y Desarrollo Científico de la República Federal de Alemania y la International Foundation of Sciences de Estocolmo, funciona en Núñez el INQUIMAE, nombre con reminiscencias del quechua pero que, en realidad, significa Instituto de Química Física, de Materiales, Medio Ambiente y Energía. En este centro, la puesta a punto de técnicas modernas para la cuantificación de aflatoxinas en cereales es tema de trabajo diario. "Al hacer la colecta del cereal, parte del grano se rompe y resulta así más vulnerable para el hongo cuando se lo almacena bajo las condiciones relativamente húmedas del silo. Además, como queda grano roto en la tierra, allí también se desarrolla el *Aspergillus flavus* y las futuras cosechas nacen infectadas. El trigo, el arroz y el algodón se cuentan entre los cereales más perjudicados", explica el mismo Colombano, uno de los fundadores del INQUIMAE. La puesta a punto de técnicas de cuantificación de aflatoxinas implica la utilización de métodos muy sensibles: su presencia en leche, por ejemplo —originada a partir de vacas que ingieren la toxina— debe ser menor de un miligramo en un millón de litros del blanco elemento. En el INQUIMAE se aprovecharon de que la aflatoxina es un compuesto fluorescente que emite radiación bajo la acción de la luz ultravioleta —y de la experiencia adquirida por Colombano en su tesis doctoral en compuestos similares— para poner a punto una técnica muy sensible de extracción y cuantificación de este tóxico.

Además de estos estudios, el INQUIMAE parió a la quimiometría, una materia optativa de la carrera de Química y que consiste en la aplicación de la matemática, la computación y la estadística al análisis de datos en química analítica. "Nos dimos cuenta de que los químicos estudiamos estadística tirando monedas al aire para ver si sale cara o ceca. Y cuando llegamos a un laboratorio no sabemos qué hacer con nuestros resultados: tengo tres datos: ¿qué hago?, ¿el promedio?, ¿elijo uno?, ¿descarto el método?, ¿abandono la química?", bromea el investigador. "Ante esta duda existencial armamos la materia: enseñamos a manejar modelos estadísticos específicamente aplicados a la química cuantitativa y también a estudiar validación de métodos para poder analizar si la estrategia utilizada sirve o no para lo que se pretende hacer. Porque analizando minuciosamente los datos es posible inferir que el método utilizado no es capaz de resolver la cuestión."

El camino desandado por Colombano es quizás un perfecto ejemplo "de libro" para los funcionarios de turno que toman a la investigación científica como un gasto más en el balance de caja de fin de mes. Una tesis desarrollada en la misma Facultad de Ciencias Exactas en investigación básica de ciertos pigmentos fluorescentes unos pocos años atrás y un "postdoc" en Alemania, le permiten hoy a este investigador trasladar esos conocimientos al estudio de las aflatoxinas con una aplicabilidad inmediata en el comercio internacional de cereales. Además, el INQUIMAE brinda servicios a empresas, realiza estudios de medio ambiente y forma nuevos recursos humanos que se sumarán a la investigación básica para cerrar el círculo. Sin embargo, este ciclo involucra más de diez años de trabajo, demasiado tiempo para los calendarios políticos del subdesarrollo y que lleva a que estas investigaciones, en un país altamente dependiente de sus exportaciones de cereales, sean financiadas casi exclusivamente por obra y gracia del espíritu germánico.

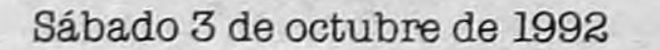


Zoom: la bolita eléctrica

En un comienzo fueron reticentes pero finalmente cedieron. Los directivos de la Renault francesa aceptaron finalmente asociarse en el mayor de los secretos a la empresa aeroespacial Matra para producir el Zoom, un auto eléctrico que —aseguran— hará historia. Para hablar de él se puede empezar por sus curiosidades: nada de maniobras heroicas para estacionar: el Zoom podrá retraer sus ruedas (ver foto) y quedar de un largo tal que el conductor podrá parquearlo perpendicularmente entre otros dos autos sin que nadie lo multe por animal.

El Zoom será presentado la semana que viene en el Salón del Automóvil de París pero no se lo podrá comprar hasta 1997 debido a que Renault acaba de lanzar al mercado el Twingo, un nuevo modelo de auto urbano mini estilo japonés que quedaría definitivamente desahuciado si el Zoom saliera a las calles. Los directivos de la automotriz francesa además pidieron a los ingenieros de Matra que mantuvieran en el más estricto secreto la versión para cuatro personas del Zoom, no sea cosa que los amantes de los autos familiares también vayan pensando en dejar la nafta por la electricidad.

El Zoom fue concebido de un modo completamente diferente al de anteriores ensayos de autos eléctricos, que buscaron sin suerte reemplazar la propulsión a hidrocarburos por las baterías sin alterar radicalmente los modelos. "Los coches tradicionales necesitan un motor grande, pesado y un reservorio de energía, de nafta en este caso, pequeño. Por el contrario, estos modelos eléctricos contarán con un motor ridículamente pequeño y necesitarán baterías gigantes, muy pesadas", explica Philippe Guédon, titular de Matra Automobile y uno de los popes de la industria espacial francesa. El principal problema de estos modelos será la escasa autonomía de viaje (120 kilómetros a lo más) sin necesidad de recargar sus casi 700 kilos de baterías. De todos modos, el prototipo puede y va a funcionar y a mejorar porque todos los ingenieros descuentan que será fácil avanzar en dos sentidos: quitarle más peso al auto de otras partes del chasis y la carrocería y lograr baterías menores que almacenen mayor energía.



gía

DE
AS



liga íntimamente con el de equilibrio. Un cuerpo sólido o un fluido está en equilibrio cuando mantiene constantes en el tiempo su presión, temperatura y volumen en el más simple de los casos. Un ejemplo sencillo es el de una barra de metal caliente en un extremo y fría en otro: si la barra está aislada del medio que la rodea, al poco tiempo toda la barra tendrá la misma temperatura, lo que significa que evolucionará hasta llegar a un estado de equilibrio. Además, manejando adecuadamente las variables del sistema se podría conseguir que éste llegara hasta el equilibrio final pasando por innumerables estados de equilibrio intermedios. Estos procesos ideales son reversibles; admiten que la filmación pueda pasarse en sentido inverso y son los que preocuparon a la termodinámica desde su nacimiento en el seno de la física. Desde la década del treinta en adelante se investigaron los procesos termodinámicos fuera del equilibrio pero cercanos a él y sólo en los últimos treinta años se comenzaron a estudiar los procesos muy alejados del equilibrio. La termodinámica se vinculó así con la realidad, es decir con los procesos típicamente irreversibles que se observan todos los días. "Supongamos que tenemos una canaleta con agua estancada", explica Flichman. "La canaleta se encuentra colocada horizontalmente sobre el piso con sus extremos obturados. El agua no se desplaza. Se trata de un equilibrio estable como en el caso de la barra de hierro. Si agitamos o inclinamos levemente la canaleta y luego la dejamos en su lugar, en la posición primitiva, el agua lentamente volverá al reposo. Ese estado de reposo es un *atractor:* si separamos el sistema levemente del equilibrio, volverá a él, cual que en el caso de la barra de hierro. Si ahora eliminamos las obturaciones de la canaleta, la inclinamos un poco, y conectamos el extremo superior con una fuente que envíe agua, lenta y constantemente, observaremos que el agua se desplaza parsimoniosamente sin turbulencias hacia abajo por la canaleta. El sistema no está por supuesto en equilibrio, pero sin embargo no se encuentra lejos de él. Se trata de un *estado estacionario:* aunque existe movimiento, la situación no cambia con el tiempo en el interior de la canaleta. Este también es un estado *atractor*: si agitamos un poco la canaleta, el agua volverá enseguida al estado estacionario. Finalmente si seguimos inclinando la canaleta, llegará un momento en el cual el sistema se volverá inestable y el estado estacionario desaparecerá a la menor agitación del agua. El sistema entra en turbulencia. Lo mismo pasa con los sistemas termodinámicos —la barra de hierro, por ejemplo— y con los sistemas químicos. Pero este estado de aparente caos da lugar a estructuras estables, en permanente interacción con el medio que las rodea. El descubrimiento de dichas estructuras, en estados ya muy alejados del equilibrio, fue una sorpresa mayúscula para los investigadores. Estas estructuras llamadas *estructuras disipativas* desde que fueron estudiadas por Prigogine son —vaya paradoja— extremadamente estables. Hace falta una fluctuación tipo terremoto para desarmarlas." Otra alternativa para desarmar estas situaciones tan caóticas y a la vez tan estables es cortar la comunicación con el medio externo.

La teoría que explica la formación de las estructuras disipativas admite zonas en las que se cumple un cierto determinismo mínimo —leyes en general probabilísticas— y otras zonas netamente indeterminísticas. Estas últimas aparecen en los momentos de inestabilidad previos a la formación de las estructuras disipativas. En esos momentos, cualquier fluctuación, por pequeña que sea, da lugar a una modificación drástica: la correspondiente estructura disipativa. Pero según cuál sea la fluctuación, se tratará de estructuras disipativas diferentes. El momento previo a la aparición de la fluctuación no permite predecir qué fluctuación se va a producir. Esta situación es típicamente indeterminista. Por lo tanto, si bien se puede predecir la formación de estructuras disipativas de determinado tipo, no se pueden predecir exactamente sus características individualizadoras. En ese sentido, el mundo resulta *no autómata*. El futuro no está contenido en el presente y bajo esta lupa de la física siempre habrá novedad que no podrá predecirse de manera completa. Y la tarea continúa: el mayor desafío de Prigogine y seguidores será intentar un replanteo de la mecánica clásica, de la teoría de la relatividad y de la mecánica cuántica —de la física toda— que incorporen el concepto de irreversibilidad en sus formulaciones.

Todos estos resultados y experiencias que hablan de equilibrios, desequilibrios, de la reversibilidad o no de los procesos naturales en los que sólo parecen importar las bolas de billar, las barras de metal y las canaletas con agua estancada tienen en realidad un sentido mucho más profundo porque permitirían imaginar el origen de la vida de una manera más creíble que hasta hoy. Se está investigando, y a juicio de Flichman los resultados son alentadores, la posibilidad de que las estructuras de las células de los organismos vivientes —esas que dan vida a todos los que leyeron este artículo y también a aquellos que se atrevieron a pasarlo por alto— sean *estructuras disipativas,* es decir entes muy estables en interacción con el medio que los rodea y muy alejados a su vez del equilibrio termodinámico. De ser así, la generación de los seres vivos sobre la superficie de este planeta se explicaría como un fenómeno mucho menos azaroso de lo que se ha creído hasta ahora en el que el hombre dejaría de ser hijo de una lotería que obtuvo por obra y gracia de una casualidad cósmica.

Las aflatoxinas pendientes

UN THRILLER HUMEDO

Por S.A.L.

Corría 1960 cuando una oleada de singulares crímenes sacudió al Reino Unido. Bajo el efecto de un ignoto veneno, los pavos de los productores rurales ingleses abandonaban este mundo en involuntaria comunidad. Después de minuciosas investigaciones, el responsable de esta masacre avícola apareció escondido en el alimento balanceado que les servía de comida: una toxina producida por un hongo contaminaba la comida preparada a partir de diversos cereales importados de países tropicales. Podría definirse entonces como un thriller húmedo: la estadía de los cereales en los silos generaba el medio adecuado para que el hongo *Aspergillus flavus* produjera a la letal aflatoxina a destajo. Treinta años después, el grado de aversión a estos contaminantes llegó a tal punto que países como Suecia y Dinamarca —y en breve toda la Comunidad Económica Europea— exigen nivel cero de aflatoxinas para las importaciones de cereales de cualquier parte del planeta. Porque más allá de la matanza de pavos ingleses, el consumo reiterado de cereales contaminados con aflatoxina puede en el hombre alterar el material genético de las células hepáticas e inducir la formación de tumores de hígado. "A pesar de la importancia de la actividad agrícola en la Argentina y la virtual posibilidad futura del cierre de todos los actuales mercados del Primer Mundo para nuestras exportaciones, la discusión sobre el contenido de aflatoxinas en cereales todavía es en nuestro país una asignatura pendiente", explica Claudio Colombano, profesor adjunto del Departamento de Química Inorgánica, Analítica y Físico-Química de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires.

Sin embargo, en el tercer piso de Exactas, las aflatoxinas dan el presente todos los días. Gracias a los fondos girados por la Sociedad para la Cooperación y Desarrollo Científico de la República Federal de Alemania y la International Foundation of Sciences de Estocolmo, funciona en Núñez el INQUIMAE, nombre con reminiscencias del quechua pero que, en realidad, significa Instituto de Química Física, de Materiales, Medio Ambiente y Energía. En este centro, la puesta a punto de técnicas modernas para la cuantificación de aflatoxinas en cereales es tema de trabajo diario. "Al hacer la colecta del cereal, parte del grano se rompe y resulta así más vulnerable para el hongo cuando se lo almacena bajo las condiciones relativamente húmedas del silo. Además, como queda grano roto en la tierra, allí también se desarrolla el *Aspergillus flavus* y las futuras cosechas nacen infectadas. El trigo, el arroz y el algodón se cuentan entre los cereales más perjudicados", explica el mismo Colombano, uno de los fundadores del INQUIMAE. La puesta a punto de técnicas de cuantificación de aflatoxinas implica la utilización de métodos muy sensibles: su presencia en leche, por ejemplo —originada a partir de vacas que ingieren la toxina— debe ser menor de un miligramo en un millón de litros del blanco elemento. En el INQUIMAE se aprovecharon de que la aflatoxina es un compuesto fluorescente que emite radiación bajo la acción de la luz ultravioleta —y de la experiencia adquirida por Colombano en su tesis doctoral en compuestos similares— para poner a punto una técnica muy sensible de extracción y cuantificación de este tóxico.

Además de estos estudios, el INQUIMAE parió a la quimiometría, una materia optativa de la carrera de Química y que consiste en la aplicación de la matemática, la computación y la estadística al análisis de datos en química analítica. "Nos dimos cuenta de que los químicos estudiamos estadística tirando monedas al aire para ver si sale cara o ceca. Y cuando llegamos a un laboratorio no sabemos qué hacer con nuestros resultados: tengo tres datos: ¿qué hago?, ¿el promedio?, ¿elijo uno?, ¿descarto el método?, ¿abandono la química?", bromea el investigador. "Ante esta duda existencial armamos la materia: enseñamos a manejar modelos estadísticos específicamente aplicados a la química cuantitativa y también a estudiar validación de métodos para poder analizar si la estrategia utilizada sirve o no para lo que se pretende hacer. Porque analizando minuciosamente los datos es posible inferir que el método utilizado no es capaz de resolver la cuestión."

El camino desandado por Colombano es quizás un perfecto ejemplo "de libro" para los funcionarios de turno que toman a la investigación científica como un gasto más en el balance de caja de fin de mes. Una tesis desarrollada en la misma Facultad de Ciencias Exactas en investigación básica de ciertos pigmentos fluorescentes unos pocos años atrás y un "postdoc" en Alemania, le permiten hoy a este investigador trasladar esos conocimientos al estudio de las aflatoxinas con una aplicabilidad inmediata en el comercio internacional de cereales. Además, el INQUIMAE brinda servicios a empresas, realiza estudios de medio ambiente y forma nuevos recursos humanos que se sumarán a la investigación básica para cerrar el círculo. Sin embargo, este ciclo involucra más de diez años de trabajo, demasiado tiempo para los calendarios políticos del subdesarrollo y que lleva a que estas investigaciones, en un país altamente dependiente de sus exportaciones de cereales, sean financiadas casi exclusivamente por obra y gracia del espíritu germánico.

10.000 aromas en escena

OLER NO ES COSA FACIL



Por Elena Levy Yeyati/ CyT

Créase o no, los seres humanos son capaces de diferenciar 10.000 olores distintos con esa prominencia que poseen en el rostro. Y no se necesita ser Cyrano de Bergerac para gozar de semejante privilegio, cualquier hijo de vecino tiene igual habilidad.

¿Cómo es posible? La respuesta a este intrincado misterio recién comienza a vislumbrarse gracias a los hallazgos de Richard Axel y Linda Buck del Howard Hughes Medical Institute, de la Columbia University, en Estados Unidos. Según fundamentan en la revista *Cell*, han descrito una familia de proteínas que parecen ser las protagonistas principales de la percepción olfativa.

Básicamente, un aroma se detecta cuando alguna intrépida sustancia olorosa —molécula pequeña, soluble en lípidos y volátil—, disuelta en el aire, atraviesa las fosas nasales y llega a la parte superior de la nariz, donde se alojan los órganos olfatorios. Estos están constituidos por dos piezas de un tejido amarillento donde se localizan las terminaciones del nervio olfatorio.

La información allí registrada se traduce en señales eléctricas —impulsos nerviosos— y se transmite de esta manera hasta el cerebro, que se encargará de decodificarlas en términos de calidad e intensidad de olor.

A pesar de que a cualquiera le resulte algo trivial poder discriminar distintas fragancias, no es tan obvio cómo se las ingenia el cerebro humano en descifrar lo que la nariz está interceptando. Según las nuevas tendencias, se supone que para que un organismo vivo pueda responder ante un estímulo —ya sea oloroso, doloroso, visual, auditivo, etc.— debe ser, antes que nada, capaz de captarlo.

Pero esto no es todo, si uno puede distinguir entre —por ejemplo— el olor de una rosa y el de las papas fritas, es porque está percibiendo ambos olores de manera distinta.

En la jerga química, estas moléculas encargadas de capturar estímulos reciben el nombre de *receptores* y son, simplemente, una clase de proteínas.

En teoría, por cada estímulo tendría que existir un receptor específico que lo reconociese solamente a él con total abnegación. Pero si se toma este concepto al pie de la letra, las células olfatorias de la nariz humana deberían poseer... ¡10.000 receptores distintos! capaces de identificar las respectivas sustancias olorosas.

Tamaña multitud de receptores resultaba impensable para la mayoría de los que hacen ciencia. Lo más dramático de la situación era que aún nadie había podido identificar ni siquiera una sola de estas tan nombradas proteínas. "No se puede armar un rompecabezas si se carece de todas las piezas", sostuvieron en más de una oportunidad.

Pero no contaban con la astucia de Buck y Axel, quienes con "mejor olfato" que sus pares y con la ayuda de los permanentemente citados "adelantos en biología molecular" encontraron la punta del ovillo.

Localizaron una familia de genes —que para sorpresa de muchos parece ser muy numerosa— que llevan la información para elaborar los susodichos receptores. Además, han determinado su estructura proteica a partir de la información genética conseguida. "Las proteínas obtenidas son similares pero no idénticas, lo cual era de esperar —comentan Buck y Axel—. La parte variable debe ser seguramente la que reconoce de manera específica a una determinada molécula olorosa."

Actualmente, ambos investigadores se aprestan a introducir estos genes —uno por uno— en células no olfativas en cultivo, de forma tal de poder estudiar el comportamiento de los distintos receptores por separado.

Desde hace mucho se sabe que el sentido del olfato se desarrolla a partir del nacimiento y se va perdiendo con la vejez. También se han descrito distintos trastornos olfativos, algunos hereditarios y otros asociados a diversas patologías, tales como la insuficiencia suprarrenal o la diabetes. El trabajo de la pareja de científicos estadounidenses constituye el puntapié inicial para comprender las bases fisiológicas de la percepción olorosa. Y de allí en más intentar esclarecer los distintos tipos de deficiencias olfativas.

En otro orden cosas, si se descifrase una suerte de "código olfativo", se podrían diseñar moléculas "sabrosas" para incluir en los alimentos o para mejorar el gusto de ciertos medicamentos.

* *Fuentes: revistas* Science *y* Cell.

Fragancias musicales

(Por E. L. Y. / CyT) "Se mezclan seis partes de barba de roble absoluta con cuatro partes de ámbar gris y una de almizcle en acetona. Así habremos creado la base del acorde chypré." Aunque muchos lo sospechen, no se trata de una innovadora receta de cocina ni de alguna exótica partitura. Es, simplemente, parte de los escritos del perfumista Jean-Carles cuya clasificación de sustancias olorosas constituye la base de la perfumería moderna.

La historia de los perfumes va pareja con la historia de la humanidad. Los primeros fueron estrictamente de origen vegetal. Pero luego se les sumaron algunas materias primas animales y los valiosos aportes de la química orgánica. Sin embargo, pese a los esfuerzos de los científicos en diseñar las moléculas más agradables para nuestro olfato, no hay como las que fabrica la naturaleza.

No hace falta demasiada sabiduría para darse cuenta que las rosas huelen distinto a las violetas. Empero, resulta difícil establecer la diferencia. Cotidianamente, los químicos exprimen sus cerebros en pos de una teoría —o algo por el estilo— que correlacione la forma geométrica de las moléculas con su fragancia.

Los perfumistas, por otro lado, bregaban desde tiempo atrás por una clasificación estandarizada de las sustancias olorosas. En respuesta a tal requerimiento, el francés Jean-Carles optó por catalogar las materias primas aromáticas según su velocidad de evaporación al disponerlas sobre una capa de celulosa —la *mouillette*—. "Así, las sustancias olorosas más volátiles se definen como notas principales —explica el perfumista—. Las de volatilidad media —que unirán el olor inmediato de la composición perfumante a su exaltación horas más tarde— representan las notas medias o modificadoras. Por último, aquellas cuya evaporación es muy lenta y dura a veces varios días constituyen las notas básicas o de fondo. Estas últimas —enfatiza— son las que determinan el carácter principal del perfume. La persistencia de su olor contribuirá al éxito que éste logre entre el público." Pero curiosamente, no es ése el aroma que nos deleita cuando destapamos el frasco. Para ello existen las otras dos categorías.

Como en cualquier receta, se combinarán en proporciones precisas distintos componentes de la serie de productos básicos para lograr lo que se ha dado en llamar el *acorde fundamental del perfume*. "La elección de modificadores y de notas principales —agrega el experto— corregirá el efecto del acorde básico, cuyo olor inicial resulta desagradable. Adviértase que la nota de salida de un perfume nunca puede ser su nota característica. Por lo que, en la elección, no debe dejarse influir por ella al abrir el frasco."

Según Jean-Carles, "sin esta clasificación, no se puede ser perfumista dado que es la única que permite crear un perfume de forma racional".

Para conocerte

(Por Julio C. Bernal/ CyT*) Más allá de la astuta artimaña mediante la cual el Lobo Feroz pretendía engañar a la inocente Caperucita, es evidente que la capacidad olfativa de los animales juega un importante papel en su conducta.

Luego de parir, muchas especies desarrollan un estrecho y selectivo vínculo con sus crías basado en el sentido de olfato. En la oveja, por ejemplo, esta unión entre la madre y su cordero se establece usualmente dentro de las primeras tres horas de vida de éste, facilitando su reconocimiento de entre el resto de los recién nacidos de la majada.

Según un estudio publicado en *Science*, especialistas en comportamiento animal han determinado que dicha filiación está relacionada con la existencia de modificaciones electroquímicas, inducidas por el parto, en el procesamiento de la información proveniente de las señales olfativas.

Antes de "dar a luz", las ovejas en dulce espera encuentran repulsivo el olor de los líquidos placentarios, mostrándose indiferentes —cuando no agresivas— ante la presencia cercana de un cordero.

Sin embargo, inmediatamente después de la ruptura de las membranas fetales, mamá oveja comienza a mostrar gran atracción por estos fluidos, olfateándolos con particular esmero. Pasados algunos minutos del momento del parto, ésta empieza a lamer y a olisquear a su cordero ayudándolo al mismo tiempo a que pueda pararse y comenzar entonces a mamar. El interés que la oveja demuestra por su cría y la capacidad para individualizarla del resto de la majada dependen de factores hormonales, mecánicos y sensoriales. Dentro de estos últimos, el olfato juega un papel decisivo.

Para demostrar esto, los etólogos se valieron de diferentes técnicas que les permitieron comparar —pre y posparto— la actividad eléctrica de las neuronas olfativas, por un lado, y, por el otro, la cantidad liberada por estas células de ciertas sustancias químicas (neuromediadores).

Colocando pequeños dispositivos sobre la mucosa olfatoria de ovejas preñadas y exponiéndolas luego ante distintos tipos de olores originados a partir de la comida, lana, líquidos fetales, mano del hombre y corderos propios y ajenos, estos investigadores pudieron registrar variaciones significativas en el procesamiento de la información olorosa.

De esta manera comprobaron que, durante los dos últimos meses de gestación, las neuronas olfatorias de estos animales no respondían preferencialmente frente al contacto con los olores de corderos o de líquidos fetales, en tanto sí lo hacían en presencia de comida.

Por el contrario, entre los tres días y las cuatro semanas posteriores al parto se demostró un acentuado aumento en la actividad de estas células provocado por la existencia de la cría junto a su madre.

Se encontró además que dentro del complejo terreno de la liberación de neuromediadores por parte de las células olfativas, existen sustancias que —como el glutamato y el ácido gamaaminobutírico— están relacionadas en la oveja con la individualización del cordero propio dentro de la majada. Otros mensajeros, en tanto, como la acetilcolina y la norepinefrina están vinculados más bien con el reconocimiento en general de las crías.

Si bien los factores hormonales y los mecánicos (como la estimulación del cuello del útero durante el parto) determinan en los animales la aparición de "conductas maternales", sus efectos tienen una duración limitada. El mantenimiento de estas reacciones depende entonces de la experiencia sensorial, fundamentalmente olfativa, que adquiere la madre en el período que sigue al parto.

* *Becario Fundación Banco Provincia de Bs. As.*